

(14.06.05)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/IB 05/01612

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 6月 10日出願番号
Application Number: 特願 2004-173065

[ST. 10/C]: [JP 2004-173065]

REC'D 14 JUN 2005
WIPO PCT出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 031086JP
【提出日】 平成16年 6月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F01N 3/24
F01N 3/20
F01N 3/08

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 浅沼 孝充

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100099645
【弁理士】
【氏名又は名称】 山本 晃司
【電話番号】 03-5524-2323
【連絡先】 担当

【選任した代理人】
【識別番号】 100104765
【弁理士】
【氏名又は名称】 江上 達夫
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】
【識別番号】 100107331
【弁理士】
【氏名又は名称】 中村 聰延
【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に設けられた吸蔵還元型のNO_x触媒と、前記NO_x触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段と、前記NO_x触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御するS被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段と、を備え、

前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段を備えていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに一定時間間隔で切り替えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

前記硫化水素濃度取得手段は、前記濃度検出手段により検出された硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以下であると判断した場合に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に切り替えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】

前記濃度検出手段は硫化水素に対して酸化触媒活性を有する酸化触媒を備え、

前記第一の検出状態では、前記酸化触媒を通過させた排気から前記合計濃度を検出しており、

前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態に切り替えてから前記合計濃度の検出までのディレー時間が、前記第二の検出状態に切り替えてから前記硫黄酸化物濃度の検出までのディレー時間より長く設定されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】

前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理中に前記硫化水素濃度取得手段により取得された硫化水素の濃度が許容限度を超えると判断した場合、前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に固定し、前記内燃機関の運転状態を前記NO_x触媒から硫黄酸化物が放出される硫黄酸化物放出領域内で前記硫化水素の濃度を低下させる方向に制御し、前記合計濃度が低下し始めた後、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に切り替える硫化水素濃度制限手段を備えていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】

前記硫化水素濃度制限手段は、排気空燃比を理論空燃比よりもリッチ域にずれた範囲内でリーン側に変化させる処理、又は前記NO_x触媒の温度を硫黄酸化物の放出温度域内で低下させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫化水素の濃度を低下させる方向への前記運転状態の制御を実現することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】

前記被毒回復制御手段は、前記硫化水素の濃度が許容限度未満であると判断した場合に、前記NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出量が増加する方向に前記内燃機関の運転状態を制御する放出促進手段を備えていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】

前記放出促進手段は、排気の空燃比をリッチ側に変化させる処理、又は前記NO_x触媒の温度を上昇させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫黄酸化物が増加する方向への前記運転状態の制御を実現することを特徴とする請求項

7に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の排気浄化装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、NO_x吸蔵還元型触媒の硫黄成分による被毒を回復する機能を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

排気通路に吸蔵還元型NO_x触媒（以下、NO_x触媒と呼ぶことがある。）が設けられた内燃機関の排気浄化装置では、NO_x触媒の硫黄酸化物（SO_x）による被毒（S被毒）状態を解消して触媒浄化機能を回復させるため、NO_x触媒をSO_xの放出温度域まで昇温しつつNO_x触媒の付近を還元雰囲気に制御するS被毒回復処理が定期的に実施される。このような排気浄化装置としては、NO_x触媒の下流に設けられたSO_xセンサが検出するSO_x濃度に基づいてNO_x触媒のSO_x積算量を算出し、その積算量が所定限度を超えるとNO_x触媒をSO_xの放出温度域（概ね600°C以上）まで昇温しつつ排気空燃比を所定時間リッチ化してS被毒からの回復を図るもののが知られている（特許文献1参照）。

【0003】

また、S被毒回復処理ではNO_x触媒から放出されたSO_xが炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）と反応して硫化水素（H₂S）が生成される。H₂Sは硫黄臭の原因となるためにその放出量を抑える必要がある。そこで、NO_x吸蔵還元型触媒の下流にH₂Sの濃度を検出するセンサを配置し、そのセンサの出力値に基づいてS被毒回復処理を制御する排気浄化装置が提案されている（特許文献2参照）。その他、本発明に関連する先行技術文献として特許文献3～7が存在する。

- 【特許文献1】特開2000-045753号公報
- 【特許文献2】特開2003-035132号公報
- 【特許文献3】特開2000-274232号公報
- 【特許文献4】特開2001-082137号公報
- 【特許文献5】特開2000-230419号公報
- 【特許文献6】特開2001-003782号公報
- 【特許文献7】特開2001-303937号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載のSO_xセンサを用いた排気浄化装置ではS被毒回復処理中におけるSO_xの放出量を検出していないので、SO_xが殆ど放出されていない状態で処理が継続されて触媒機能を十分に回復させることができなかったり、あるいはS被毒回復処理を過度に実施してH₂Sの放出が抑えられないおそれがある。特許文献2に記載のH₂Sセンサを用いた排気浄化装置では、H₂Sの発生を抑えることはできても、S被毒回復処理中の実際のSO_x放出量が把握できない点では特許文献1の装置と同じであり、SO_xが十分に放出されていない状態で処理が継続されるおそれがある。すなわち、NO_x触媒からSO_xが放出される条件と、H₂Sが生成される条件とは必ずしも一致せず、H₂Sの濃度のみではS被毒回復処理を適切に進行させることができない場合がある。

【0005】

そこで、本発明は、S被毒回復処理中の硫化水素（H₂S）の放出を精度良く取得して硫化水素の放出を確実に抑制するとともに硫黄酸化物（SO_x）の放出を確実に進めることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設けられた吸蔵還元型のNO_x触媒と、前記NO_x触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段と、前記NO_x触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御するS被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段と、を備え、前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段を備えていることにより、上述した課題を解決する（請求項1）。

【0007】

NO_x触媒のS被毒回復処理時においては、硫化水素よりも先に硫黄酸化物の放出が始まる。本発明の内燃機関の排気浄化装置によれば、濃度検出手段を第二の検出状態に固定し、NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に濃度検出手段を第一の検出状態と第二の検出状態とに交互に切り替えるので、硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを精度良く取得することができる。そのため、S被毒回復処理時における硫化水素の放出を確実に抑制することができる。

【0008】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに一定時間間隔で切り替えてよい（請求項2）。このように一定時間間隔で第一の検出状態と第二の検出状態とに切り替えることで、合計濃度と硫黄酸化物濃度とを精度良く検出できる。そのため、硫化水素濃度をより精度良く取得することができる。

【0009】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度取得手段は、前記濃度検出手段により検出された硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以下であると判断した場合に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に切り替えてよい（請求項3）。この場合、硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以上である場合には第一の検出状態に切り替わることが禁止されるので、硫黄酸化物濃度の検出精度を向上させることができる。そのため、合計濃度と硫黄酸化物濃度とから導き出される硫化水素濃度を安定に、精度良く取得することができる。

【0010】

本発明の排気浄化装置において、前記濃度検出手段は硫化水素に対して酸化触媒活性を有する酸化触媒を備え、前記第一の検出状態では、前記酸化触媒を通過させた排気から前記合計濃度を検出しておき、前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態に切り替えてから前記合計濃度の検出までのディレー時間が、前記第二の検出状態に切り替えてから前記硫黄酸化物濃度の検出までのディレー時間より長く設定されてもよい（請求項4）。第二の検出状態から第一の検出状態に切り替えたときと、第一の検出状態から第二の検出状態に切り替えたときにおける濃度検出手段の応答性を比較すると、第二の検出状態から第一の検出状態に切り替えたときの方が酸化触媒を通過させる時間分遅れ時間が発生する。本発明によれば、各検出状態に切り替えたときの応答性に応じてディレー時間を設定したので、硫化水素濃度を精度良く取得することができる。

【0011】

本発明の排気浄化装置において、前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理中に前記硫化水素濃度取得手段により取得された硫化水素の濃度が許容限度を超えると判断した場合、前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に固定し、前記内燃機関の運転状態を前記NO_x触媒から硫黄酸化物が放出される硫黄酸化物放出領域内で前記硫化水素の濃度を低下させる方向に制御し、前記合計濃度が低下し始めた後、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に切り替える硫化水素濃度制限手段を備えてもよい（請求項5）。このように内燃機関の運転状態を制御することにより、S被毒回復処理時における硫化水素の放出を精度良く、かつ確実に抑制することができる。

【0012】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度制限手段は、排気空燃比を理論空燃比よりもリッチ域にずれた範囲内でリーン側に変化させる処理、又は前記NO_x触媒の温度を硫黄酸化物の放出温度域内で低下させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫化水素の濃度を低下させる方向への前記運転状態の制御を実現してもよい（請求項6）。このように運転状態を制御すれば、NO_x触媒から放出された硫黄酸化物に基づく硫化水素の生成を抑えることができる。

【0013】

排気空燃比のリーン側への変化は、例えば吸入空気量の増量、EGR量の減量、NO_x触媒の上流（シリンダ又は排気通路）に添加する燃料量の減量によって実現できる。NO_x触媒よりも上流の排気通路に対して酸素を含んだ空気を導入するエアーアインジェクション装置が内燃機関に設けられている場合には、そのエアーアインジェクション装置から空気を導入して排気空燃比をリーン側へ変化させることができる。触媒温度の低下は、NO_x触媒の上流に添加する燃料量の減量によって実現することができる。シリンダにおける燃焼生成のために行われる燃料噴射の時期を進角させることによっても触媒温度を低下させることができる。これらの制御は内燃機関における燃焼制御や触媒の制御のために用いられる手段でもあり、こうした手段を利用すれば比較的容易に本発明を実現することができる。

【0014】

本発明の排気浄化装置において、前記被毒回復制御手段は、前記硫化水素の濃度が許容限度未満であると判断した場合に、前記NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出量が増加する方向に前記内燃機関の運転状態を制御する放出促進手段を備えてもよい（請求項7）。このような処理を実行すれば、硫化水素の濃度が許容限度を超えない範囲で可能な限り硫黄酸化物の放出を促進させてS被毒回復処理を効率よく進行させることができる。

【0015】

本発明の排気浄化装置において、前記放出促進手段は、排気の空燃比をリッチ側に変化させる処理、又は前記NO_x触媒の温度を上昇させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫黄酸化物が増加する方向への前記運転状態の制御を実現してもよい（請求項8）。このように運転状態を制御すれば、NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出量を増加させることができる。

【0016】

排気空燃比のリッチ側への変化はリーン側への変化と逆に吸入空気量の減量、EGR量の増量、NO_x触媒の上流（シリンダ又は排気通路）に添加する燃料量の増量によって実現できる。触媒温度の上昇は、NO_x触媒の上流に添加する燃料量の増量によって実現することができる。これらの制御もリーン側への制御と同様に内燃機関における燃焼制御や触媒の制御のために用いられる手段であり、こうした手段を利用すれば比較的容易に本発明を実現することができる。

【0017】

本発明において吸蔵還元型のNO_x触媒は、NO_xを触媒にて保持できるものであればよく、吸収又は吸着いずれの態様でNO_xが保持されるかは吸蔵の用語によって制限されない。SO_xの被毒についてもその態様を問わないものである。さらに、NO_xやSO_xの放出についてもその態様を問わない。本発明において内燃機関の運転状態の制御はシリンダ内における燃焼制御に関するものに限定されることなく、排気通路における燃料添加や空気の添加といったシリンダ外の制御に拘わる事項についてもその範疇に含むものである。

【発明の効果】

【0018】

以上に説明したように、本発明の排気浄化装置によれば、NO_x触媒下流の硫黄酸化物の濃度と、この硫黄酸化物と硫化水素との合計濃度とを切り替えて検出する濃度検出手段によって、NO_x触媒のS被毒回復処理時は、まず硫黄酸化物の濃度を検出し、NO_x触

媒からの硫黄酸化物の放出が検出されてから合計濃度と硫黄酸化物濃度とを交互に検出するので、硫化水素の濃度を精度良く取得することができる。そのため、硫化水素の生成を確実に抑制することができる。また、硫化水素濃度、硫黄酸化物濃度に基づいて硫化水素の濃度を許容限度内に抑えつつ硫黄酸化物が放出されるように内燃機関の運転状態を制御するので、硫化水素に起因する硫黄臭を抑えつつ硫黄酸化物の放出によるNO_x触媒機能の回復を確実に進行させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は、本発明を内燃機関としてのディーゼルエンジン1に適用した一形態を示している。エンジン1は車両に走行用動力源として搭載されるもので、そのシリンダ2には吸気通路3及び排気通路4が接続され、吸気通路3には吸気濾過用のエアフィルタ5、ターボチャージャ6のコンプレッサ6a、吸気量調節用の絞り弁7が、排気通路4にはターボチャージャ6のタービン6bがそれぞれ設けられている。排気通路4のタービン6bよりも下流側には、吸収還元型NO_x触媒（以下、触媒と略称する。）8を含んだ排気浄化ユニット9と、その触媒8の下流にて排気中の硫黄成分の濃度を検出する濃度検出手段としての硫黄濃度センサ10とが設けられている。排気浄化ユニット9は排気中の粒子状物質を捕捉するディーゼルパティキュレートフィルタにNO_x触媒物質を担持させたものでもよいし、そのようなフィルタとは別に設けられるものでもよい。排気通路4と吸気通路3とはEGR通路11で接続され、EGR通路11にはEGRクーラ12及びEGR弁13が設けられている。

【0020】

NO_x触媒8の設置箇所における空燃比（排気空燃比と呼ぶことがある。）やNO_x触媒8の温度はエンジンコントロールユニット（ECU）15にて制御される。ECU15はシリンダ2に燃料を噴射するための燃料噴射弁16、燃料噴射弁16へ供給される燃料圧力を蓄えるコモンレール17の圧力調整弁、あるいは上述した絞り弁7、EGR弁13といった各種の装置を操作してエンジン1の運転状態を制御する周知のコンピュータユニットである。ECU15はシリンダ2に吸入される空気と燃料噴射弁16から添加される燃料との質量比として与えられる空燃比が所定の目標空燃比に制御されるように燃料噴射弁16の燃料噴射動作を制御する。通常の運転時において、目標空燃比は理論空燃比（ストイキ）よりも空気量が多いリーン状態に制御されるが、NO_x触媒8からNO_xやSO_xを放出させる場合には排気空燃比がストイキ又はそれよりも燃料量が多いリッチ側に制御される。また、ECU15は後述する図6～図10のルーチンを実行することにより、本発明の被毒回復制御手段として機能する。ECU15による制御対象はその他にも種々存在するが、ここでは図示を省略する。また、エンジン1には上述した各種の制御を実行するための検出手段として排気温センサや空燃比センサ等の各種のセンサが設けられるがそれらの図示も省略する。

【0021】

次に、硫黄濃度センサ10の一例を図2及び図3を参照して説明する。図2に示すように硫黄濃度センサ10は、排気中のSO_x濃度を検出するSO_x濃度検出部20と、排気中のH₂Sに対する酸化触媒活性を有する酸化力の強い酸化触媒21Aと、酸化触媒21Aよりも酸化力が弱い酸化触媒21Bと、硫黄濃度センサ10内における排気の流れを図2の矢印A方向と矢印B方向とに切り替え可能な切替弁22とを備えている。酸化触媒21Bは、排気中の硫黄酸化物（SO_x、但し大半は二酸化硫黄（SO₂））を殆ど三酸化硫黄（SO₃）へと酸化させる程度の酸化力を有する。酸化触媒21Bの酸化力は弱いものであり、H₂Sは殆ど酸化されずにそのまま酸化触媒21Bを通過する。酸化触媒21A、21Bの酸化力の差別化は、例えば触媒物質としてのプラチナ（Pt）の密度の相違、触媒21A、21Bの容量の相違、触媒物質の相違等によって実現することができる。すなわち、酸化力の強い触媒21AのPt密度を高く（Pt担持量を大きく）、酸化力の弱い触媒21BのPt密度を小さく（Pt担持量を少なく）設定してもよいし、触媒21A、21BのPt密度を同一としつつ触媒21Aの容量を大きく、触媒21Bの容量を小

さくしてもよい。あるいは、触媒21Aについては酸化力の強い触媒物質（一例としてPt）を使用し、触媒21Bについては酸化力の弱い触媒物質（一例としてパラジウム（Pd））を使用してもよい。酸化力の弱い触媒21Bの温度を酸化力の強い触媒21Aの温度よりも相対的に低く制御することによっても、触媒21A、21Bの酸化力を差別化することができる。さらに、これらの手段を適宜に組み合わせて触媒21A、21Bの酸化力を差別化してもよい。

【0022】

図3はSO_x濃度検出部20の検出原理を示している。なお、図3に示した構成、及びこれに関する以下の説明は、「「煙道中のSO₂を測定する全固体型ガスセンサー」工業材料1999年8月号（vol. 47 No. 8）第63～66頁」を出典とするものである。図3に示すように、SO_x濃度検出部20では、酸素イオン伝導体23の一方の面に副電極24及び検知電極25が、酸素イオン伝導体23の他方の面に参照電極26がそれぞれ設けられている。酸素イオン伝導体23には例えイットリア安定化ジルコニアが、副電極24には硫酸塩が、検知電極25には銀（Ag）が、参照電極26には白金（Pt）がそれぞれ使用される。副電極24の硫酸塩には、好ましくは硫酸銀（Ag₂SO₄）と硫酸バリウム（BaSO₄）の混合塩が使用される。副電極24の応答反応には硫酸銀が関与するが、その安定化のために硫酸バリウムが添加される。また、検知電極25の応答反応には金属銀が関与するが、電極強度の向上のためには銀メッキを施した白金が好適に用いられる。

【0023】

SO_x濃度検出部20における検出原理は次の通りである。まず、SO_x濃度検出部20に導かれたSO₃が検知電極25の金属銀と反応して金属銀から電子が放出され、残った銀イオン（Ag⁺）は副電極24へ移動する。検知電極25から放出された電子は外部回路27を経由して参照電極26に導かれ、その参照電極26が酸素（O₂）と結び付いて酸素イオン（O²⁻）が生成され、その酸素イオンは酸素イオン伝導体23を通過して副電極24へ移動する。副電極24では銀イオンと酸素イオンとがSO₃と反応して硫酸銀が生成される。以上の反応により、検知電極25と参照電極26との間には、酸素分圧一定の条件下においてSO_xの濃度に対応した起電力が発生する。この起電力を測定することにより、SO_x濃度を検出することができる。

【0024】

切替弁22の動作はECU15により制御される。硫黄濃度センサ10は、排気を図2の矢印A方向に導くことで排気中のSO_xとH₂Sとの合計濃度を、排気を図2の矢印B方向に導くことで排気中のSO_x濃度を、それぞれ切り替えて検出することができる。排気が図2の矢印A方向に導かれた場合、酸化触媒21Aによって排気中のSO₂及びH₂SをSO₃に変化させることができるので、SO₂及びH₂Sを変化させたSO₃と排気中に存在していたSO₃とをSO_x濃度検出部20に導くことができる。そのため、SO_x濃度とH₂S濃度とを合計した合計濃度に対応した起電力を電極25、26の間に発生させることができる。一方、排気が図2の矢印B方向に導かれた場合は、H₂Sが殆ど酸化されないままSO_x濃度検出部20に導かれるので、排気中のSO_x濃度に対応した起電力が発生する。このように切替弁22により排気の流れを切り替えることで、合計濃度とSO_x濃度とを切り替えて検出することができる。なお、以降、排気が酸化触媒21Aを介してSO_x濃度検出部20へ導かれる状態（排気が図2の矢印A方向へ導かれる状態）を第一の検出状態、排気が酸化触媒21Bを介してSO_x濃度検出部20へ導かれる状態（排気が図2の矢印B方向へ導かれる状態）を第二の検出状態と呼ぶ。SO_x濃度検出部20では、SO_x濃度の検出に酸素を利用する。そのため、排気空燃比がリッチ域に制御されるS被毒回復処理中でもSO_xの濃度が確実に検出されるようにSO_x濃度検出部20に対して反応に必要な酸素を含んだ空気（新気）を供給するようにしてよい。さら御手段を含んでもよい。

【0025】

次に、図4を参照してS被毒回復処理中のECU15による排気空燃比の制御の概要を説明する。図4はS被毒回復処理において硫黄濃度センサ10が検出するSO_x濃度、合計濃度及びそれらの濃度から取得されるH₂S濃度と、排気空燃比との対応関係の一例を示している。排気空燃比をトイキからリッチ側へと排気空燃比を変化させるとSO_x濃度は直ちに上昇するが、途中の空燃比Xでピークを迎える。以降は排気空燃比がリッチ側により深く変化してもSO_x濃度は減少する。一方、合計濃度は破線で示した通り排気空燃比がトイキからリッチ側へ向かうに従って一様に増加する。H₂Sの濃度はこれらの濃度の差分であり、排気空燃比がトイキ付近に制御されている間は検出されず、SO_x濃度がピークを迎える位置X付近で検出され始め、以降は排気空燃比がリッチ側に変化するに従ってH₂S濃度が漸次増加する。NO_x触媒8からのSO_x放出量は排気空燃比がリッチ側に変化するに従って増加するが、排気空燃比が一定レベルを超えてリッチ側に偏った領域ではSO_xからH₂Sへの変化が顕著となり、その結果としてSO_x濃度の検出値が低下するためにこのような特性が生じる。本形態では、H₂Sの濃度について硫黄臭の防止等の観点から許容レベルが設定される。そして、ECU15は、硫黄濃度センサ10にてSO_xが検出され、かつH₂S濃度が許容レベル以下に収まる排気空燃比の範囲A1でS被毒回復処理が実行されるようにエンジン1の運転状態を制御する。このような制御により、H₂Sによる硫黄臭を抑えつつNO_x触媒8からSO_xを放出させてS被毒回復処理を確実に進めることができる。

【0026】

また、図5に示すようにS被毒回復処理中に生成されるH₂Sの濃度はNO_x触媒8の温度とも相関する。排気空燃比が一定と仮定した場合、触媒温度が下限温度T_{low}（例えば600°C付近）を超えるとH₂Sの生成が始まり、以降は触媒温度が上昇するに従ってH₂S濃度も上昇する。従って、NO_x触媒8の温度を制御してH₂Sの濃度を図4の許容レベル以下に抑えることもできる。すなわち、S被毒回復処理中においてH₂S濃度が許容レベルを超えて上昇しそうな場合に、NO_x触媒8の温度がSO_xの放出温度域内において相対的に低下するようにエンジン1の運転状態を制御すればH₂Sの濃度を許容レベル以下に制御することができる。ECU15はこのような制御も実行可能である。

【0027】

次に、図6～図10を参照してS被毒回復処理のためにECU15が実行する各種の制御ルーチンを説明する。図6はS被毒回復処理の開始時期を判別するためにECU15が実行するS放出開始制御ルーチンを示している。このルーチンはエンジン1の運転中において適当な周期で繰り返し実行される。図6のルーチンにおいて、ECU15はまずステップS1でNO_x触媒8のS被毒量を判別するためのS被毒カウンターの値が所定値以上か否かを判断する。ECU15は、別のルーチンにより燃料噴射弁16から噴射される燃料噴射量と燃料中に含まれる硫黄成分比率の推定値に基づいてNO_x触媒8に被毒するSO_x量を逐次演算しており、S被毒カウンターにはその算出値が積算される。ステップS1で使用される所定値はS被毒回復処理が必要な程にSO_x被毒量が増加したか否かを判別するための閾値として設定される。なお、NO_x触媒のS被毒量はNO_x触媒8の上流側にSO_xセンサを配置し、その検出量を積算して判別してもよい。NO_x触媒8の下流にNO_xセンサが配置される場合には、そのNO_xセンサが検出するNO_x濃度からNO_x触媒8の劣化度合いを判別してS被毒回復処理が必要か否かを判別してもよい。

【0028】

ステップS1にてS被毒カウンターの値が所定値以上でなければS被毒回復処理が必要なレベルまでSO_x被毒が進行していないと判断して図6のルーチンを終了する。一方、ECU15は、S被毒カウンターの値が所定値以上のときはS被毒量が限界と判断し、ステップS2でS放出要求フラグをオンにしてルーチンを終了する。

【0029】

ECU15は、S被毒回復処理時にH₂Sの濃度を精度良く取得するため、図7の制御ルーチンを一定の周期で繰り返し実行する。図7の切替弁動作制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS11でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にス

ステップS12以下に進み、オフであればステップS12以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS12においてECU15は、NO_x触媒8からのSO_x放出が安定に行われているか否かを判断する。ECU15は、例えば、S被毒回復処理が開始された直後でNO_x触媒8からのSO_x放出が検出されない場合や、H₂S濃度が図4の許容レベル以上である場合にSO_x放出が安定に行われていないと判断する。SO_x放出が安定していると判断した場合はステップS13へ進み、ECU15は切替弁22を一定時間間隔で周期的に第一の検出状態と第二の検出状態とに交互に切り替える切替制御を許可する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。ECU15は、別のルーチンで切替弁22の切替制御を実行おり、切替制御によって検出された合計濃度とSO_x濃度からH₂Sの濃度を取得している。

【0030】

なお、切替弁22を第一の検出状態に切り替えてから合計濃度を検出するまでの時間（合計濃度検出ディレー時間）は、切替弁22を第二の検出状態に切り替えてからSO_x濃度を検出するまでの時間（SO_x濃度検出ディレー時間）よりも長く設定される。硫黄濃度センサ10においては、第二の検出状態における酸化触媒21Bによる酸化反応と比べて、第一の検出状態における酸化触媒21Aによる酸化反応、特にH₂Sの酸化反応に関してより多くの時間が必要となる。加えて、触媒21BにおいてはSO_xのみを酸化させるのに対して、触媒21AにおいてはSO_xとH₂Sの両者を酸化させる必要があるので、酸化反応により多くの時間を要する。さらに、触媒21Bよりも触媒21Aの容量を大きく設定した場合には、容量が大きくなる分、排気が触媒21Aを通過する時間が触媒21Bに対するそれよりも長くなる。例えば、図11に示すように、硫黄濃度センサ10を第二の検出状態に切り替えたときの応答遅れ時間、例えば検出開始時刻t0から90%応答点に達するまでの時間TD_SO_xと比べて、第一の検出状態に切り替えたときの応答遅れ時間TD_H₂S+SO_xが酸化反応に要する時間の差に応じて大きくなる可能性がある。そこで、合計濃度検出ディレー時間をSO_x濃度検出ディレー時間よりも長く設定して合計濃度とSO_x濃度との検出精度を向上させる。これにより、H₂S濃度を精度良く取得することができる。

【0031】

図7の制御ルーチンの説明に戻る。一方、SO_x放出が安定していないと判断した場合は、ステップS14へ進み、ECU15は硫黄濃度センサ10の切替制御を禁止する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。SO_x放出が安定していない場合は合計濃度及びSO_x濃度の検出値が安定しないので、このような場合は切替制御を禁止する。なお、ECU15は、切替弁22をNO_x触媒8の状態に応じて第一の検出状態又は第二の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。例えば、S被毒回復処理が開始された直後でSO_x放出が検出されない場合、ECU15は切替弁22を第二の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。図4に示したようにS被毒回復処理時は、NO_x触媒8からH₂Sよりも先にSO_xが放出される。そこで、切替弁22を第二の検出状態に切り替えて固定し、SO_x濃度の検出精度を向上させる。また、H₂S濃度が所定値（許容レベル）以上である場合、ECU15は切替弁22を第一の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。このように切替弁22を第一の検出状態に固定することで、H₂S濃度の変化を精度良く取得することができる。

【0032】

このように切替弁22の動作を制御することにより、S被毒回復処理時におけるH₂Sの濃度を精度良く取得することができる。なお、ECU15は、硫黄濃度センサ10を第二の検出状態から第一の検出状態に切り替える際、第二の検出状態において検出されるSO_x濃度の変化幅が所定値以下である場合にのみ硫黄濃度センサ10を第一の検出状態に切り替える。このようにSO_x濃度の変化幅が所定値以下の場合にのみ切り替えることで、SO_x濃度の検出精度を向上させることができる。

【0033】

S放出要求フラグのオンに対応してS被毒回復処理を実施するため、ECU15は図8

の排気空燃比制御ルーチン及び図9の昇温制御ルーチンを一定の周期で繰り返し実行する。図8の排気空燃比制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS21でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にステップS22以下に進み、オフであればステップS22以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS22では、排気空燃比がリッチ域（トイキよりも燃料量が多い領域）に維持され、かつNO_x触媒8がSO_xの放出温度域に昇温されるようエンジン1の運転状態を制御してS被毒回復処理を実施する。既にS被毒回復処理が実施されているときはその状態を継続する。排気空燃比のリッチ化及びNO_x触媒8の昇温は、例えばシリングダ2における燃焼を目的として行われる本来の燃料噴射の後に燃料噴射弁16から追加的に燃料を噴射するいわゆるポスト噴射により実現すればよい。排気通路4のNO_x触媒8よりも上流に燃料添加弁が設けられる場合にはその燃料添加弁から燃料を添加して排気空燃比をリッチ域に制御してもよい。本発明におけるエンジン1の運転状態の制御は、シリングダ2における燃焼制御に限らず、こうした排気通路4における制御も含む概念である。

【0034】

ステップS22でS被毒回復処理を開始した後はステップS23に進み、硫黄濃度センサ10が検出するSO_x濃度が所定値以上か否か判断する。ここで使用される所定値はS被毒回復処理を適当な期間内で完了させるために最低限必要とされるSO_x放出レベル（最低必要レベル）に設定される。SO_x濃度が所定値未満の場合にはステップS25へ進んで排気空燃比をリッチ側に所定のステップ量変化させる。ここでいうリッチ側への変化は排気空燃比をステップS25における変更前のそれと比して空気量が減少する側へ変化させることを意味し、トイキからリッチ域へ変化させることを意味するものではない。排気空燃比のリッチ側への変化は例えば吸入空気量（正確には酸素量）が減少するよう絞り弁7やEGR弁13を操作することによって実現される。あるいはポスト噴射によって供給する燃料量を増加させてもよい。

【0035】

ステップS23にてSO_x濃度が所定値以上の場合にはステップS24へ進み、切替制御により取得されたH₂S濃度が所定値以上か否か判断する。ここで使用される所定値は図4の許容レベルに設定される。但し、制御の応答遅れによる一時的なH₂S濃度の許容レベル外への上昇を防ぐため、ステップS24の所定値を許容レベルよりもさらに低く設定してもよい。H₂S濃度が所定値未満であればステップS25へ進み、排気空燃比をリッチ側へ変化させる。一方、H₂S濃度が所定値以上であればステップS26へ進み、排気空燃比をリーン側に所定のステップ量変化させる。ここでいうリーン側への変化は排気空燃比をステップS26における変更前のそれと比して空気量が増加する側へ変化させることを意味し、トイキを超えてリーン域へ変化させることを意味するものではない。排気空燃比のリーン側への変化は例えば吸入空気量が増加するよう絞り弁7やEGR弁13を操作することによって実現される。あるいはポスト噴射によって供給する燃料量を減少させてもよい。NO_x触媒8の暖機促進等を目的として排気通路4に空気を導入するエアインジェクション装置が装備されている場合にはそのエアインジェクション装置から排気通路4に空気を導入して排気空燃比をリーン側に変化させてもよい。ステップS25又はS26にて排気空燃比を変化させた後は今回のルーチンを終了する。

【0036】

一方、図9の昇温制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS31でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にステップS32以下に進み、オフであればステップS32以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS32では、排気空燃比がリッチ域に維持され、かつNO_x触媒8がSO_xの放出温度域まで昇温されるようエンジン1の運転状態を制御してS被毒回復処理を実施する。これらの内容は図8のステップS21及びS22と同じである。続くステップS33及びS34では図8のステップS23及びS24と同じくSO_x濃度が所定値以上か否か、H₂S濃度が所定値以上か否かを判断する。これらの所定値はステップS23又はS24のものとそれぞれ同一でよい。そして、SO_x濃度が所定値未満又はH₂S濃度が所定値未満の場合にステッ

プS35へ進んでNO_x触媒8に対する昇温制御の目標温度を所定のステップ量上昇させる。一方、SO_x濃度が所定値以上でかつH₂S濃度が所定値以上の場合にはステップS36へ進み、昇温制御の目標温度を所定のステップ量低下させる。ECU15はS被毒回復処理中に別ルーチンにてNO_x触媒8の温度をSO_xの放出温度域内の目標温度に一致するようエンジン1の運転状態を制御しており、ステップS35及びS36の処理はその目標温度を変化させることによりNO_x触媒8の温度を変化させるものである。

【0037】

NO_x触媒8の温度調整は例えばポスト噴射にて供給される燃料量の増減によって実現できる。勿論、燃料量が多いほど触媒温度は上昇する。また触媒温度の低下はポスト噴射量の減少によって実現できる。但し、NO_x触媒8の温度は排気温度と相關するため、例えばシリンドラ2における燃焼を目的としたメイン噴射の時期をずらして排気温度を変化させることによっても触媒温度を調整することができる。この場合、燃料噴射時期をリタード（遅角側へ変化）させれば触媒温度が上昇し、リタードされた燃料噴射時期を進角側へ戻せば触媒温度が低下する。ステップS35又はS36で触媒温度の目標温度を変更した後は今回の昇温制御ルーチンを終える。

【0038】

図10はS被毒回復処理の終了時期を判別するためにECU15が実行するS放出終了制御ルーチンを示している。このルーチンはエンジン1の運転中において適当な周期で繰り返し実行される。図10のルーチンにおいて、ECU15はまずステップS41でS被毒カウンターの値が所定値以上か否か判断する。ここで使用される所定値は図6のステップS1で使用される所定値と同じでよい。所定値以上の場合にステップS42以下に進み、所定値未満であればステップS42以下の処理をスキップして今回のルーチンを終える。ステップS42では、S被毒回復処理が実施されているか否かを判断し、実施されている場合にステップS43へ進む。S被毒回復処理が実施されていないときはステップS43以下の処理をスキップして今回のルーチンを終える。

【0039】

ステップS43では硫黄濃度センサが検出するSO_x濃度が所定値以上か否かを判断する。ここで使用される所定値はS被毒回復処理を終了すべきか否かを判別するための閾値として設定される。S被毒回復処理を進行させるために必要な最低レベルのSO_xが放出されているにも拘わらずS被毒回復処理が終了しないよう、ステップS43の所定値は図8のステップS23及び図9のステップS33でそれぞれ使用される所定値よりも小さく設定される。そして、ステップS43にてSO_x濃度が所定値未満と判断した場合にステップS44へ進んでS放出要求フラグをオフに切り替えて今回のルーチンを終える。ステップS43でSO_x濃度が所定値以上の場合はステップS44をスキップしてルーチンを終える。

【0040】

以上の制御によれば、S被毒回復処理中のSO_x放出量がS回復処理に最低限必要なレベルまで低下すると、図8のステップS23及びS25の処理によって排気空燃比がリッチ側へ変更されるとともに、図9のステップS33及びS35の処理によって触媒温度が上昇する。これにより、S被毒回復処理中はNO_x触媒8から最低限必要なレベルのSO_xが放出されてS被毒回復処理が確実に進行する。また、H₂Sの濃度が許容レベル内にある間は、図8のステップS24からS25への処理の繰り返しによって排気空燃比がリッチ側へ徐々に変更されるとともに、図9のステップS34からS35への処理の繰り返しによって触媒温度が徐々に上昇する。その一方で、H₂S濃度が許容レベルの上限（許容限度）まで増加すると図8のステップS24からS26への処理によって排気空燃比がリーン側に幾らか戻され、かつ図9のステップS34からS36への処理によって触媒温度が幾らか低温側へ戻される。これにより、H₂Sの濃度を許容レベル以下に制御しつつ、NO_x触媒8からのSO_xの放出を可能な限り促進してS被毒回復処理を効率よく進行させることができる。

【0041】

以上の形態では、ECU15が被毒回復制御手段として機能する。そして、図7のステップS12、S13及びS14の処理を実行することによりECU15が硫化水素濃度取得手段として機能する。また、図7のステップS12、S13及びS14の処理、図8のステップS23、S24及びS26の処理、並びに図9のステップS33、34及びS36の処理を実行することによりECU15が硫化水素濃度制限手段として機能する。さらに、図8のステップS24及びS25の処理、並びに図9のステップS34及びS35の処理を実行することによりECU15が放出促進手段として機能する。

【0042】

本発明は以上の実施形態に限定されず、種々の形態で実施してよい。例えば、S被毒回復処理中のSO_x濃度及びH₂S濃度を図4の領域A1に維持するためには、図8及び図9の制御のうちいずれか一方の制御のみを実施してもよい。図8のステップS24及び図9のステップS34において、H₂S濃度が所定値未満の場合にステップS25又はS35を実施することなくルーチンを終了してもよい。

【0043】

S被毒回復処理の終了時期に関する判定は図10に限定されない。例えば、図10のステップS43ではSO_x濃度によってS被毒回復処理の終了時期か否かを判定したが、硫黄濃度センサ10が第一の検出状態のときに検出した合計濃度が所定値未満まで低下したときにS被毒回復処理の終了時期と判断してもよい。S被毒回復処理の開始から、SO_x濃度又は合計濃度の検出値に基づいてNO_x触媒8からのSO_x放出量を繰り返し演算し、その演算値を積算してS被毒カウンターの値との差が所定値未満まで減少した場合にS被毒回復処理の終了時期と判定するような制御をECU15にて実行してもよい。さらに、本発明はディーゼルエンジンに限らず、ガソリンその他の燃料を利用する各種の内燃機関に適用してよい。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明が適用される内燃機関の一形態を示す図。

【図2】図1の排気浄化装置で使用される硫黄濃度センサの概略構成を示す図。

【図3】図2の硫黄濃度センサの検出原理を示す図。

【図4】硫黄濃度センサにて検出されるSO_x濃度、合計濃度及びそれらの濃度から導き出されるH₂S濃度と排気空燃比との対応関係の一例を示す図。

【図5】NO_x触媒の温度とH₂Sの濃度との対応関係の一例を示す図。

【図6】ECUが実行するS放出開始制御ルーチンを示すフローチャート。

【図7】ECUが実行する切替弁動作制御ルーチンを示すフローチャート。

【図8】ECUが実行する排気空燃比制御ルーチンを示すフローチャート。

【図9】ECUが実行する昇温制御ルーチンを示すフローチャート。

【図10】ECUが実行するS放出終了制御ルーチンを示すフローチャート。

【図11】硫黄濃度センサの第一の検出状態と第二の検出状態との応答特性を示す図。

【符号の説明】

【0045】

1 ディーゼルエンジン（内燃機関）

2 シリンダ

3 吸気通路

4 排気通路

7 絞り弁

8 吸収還元型のNO_x触媒

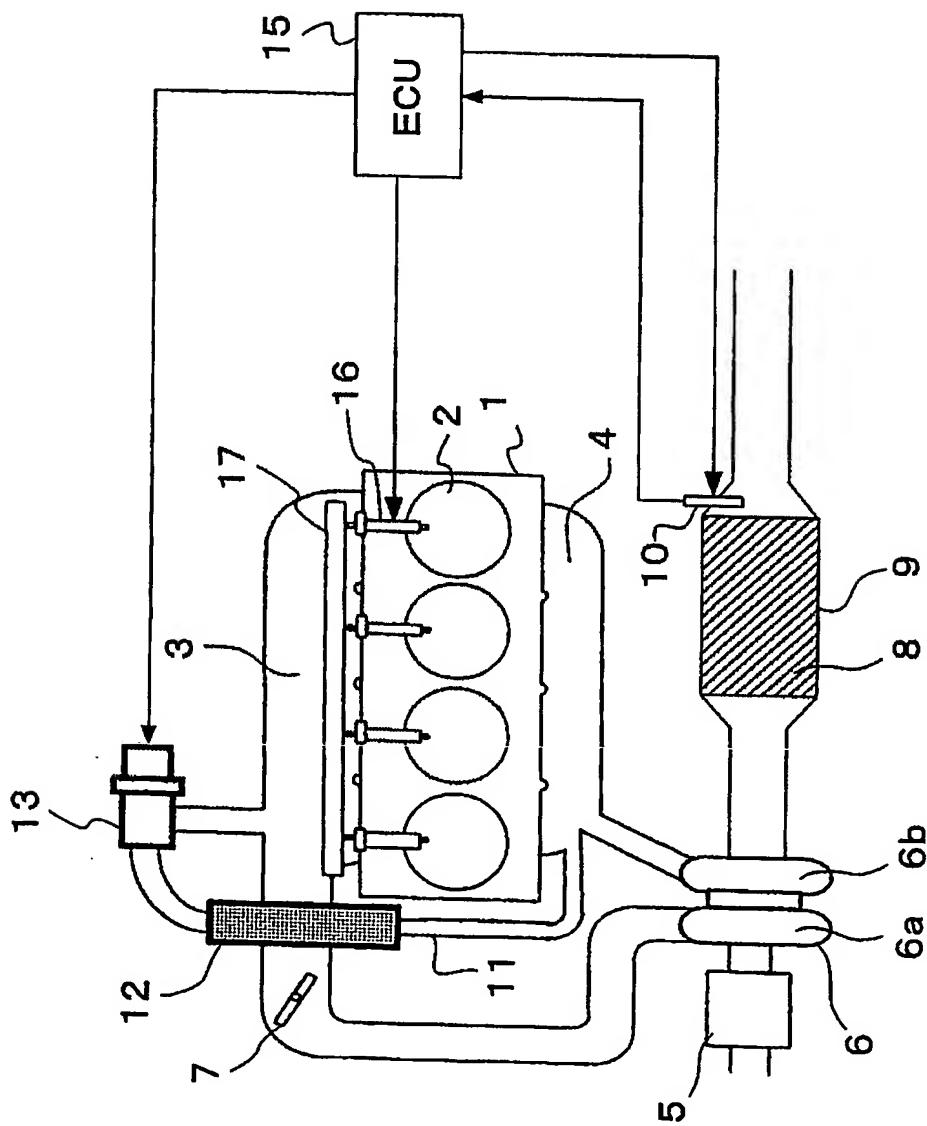
10 硫黄濃度センサ（濃度検出手段）

13 EGR弁

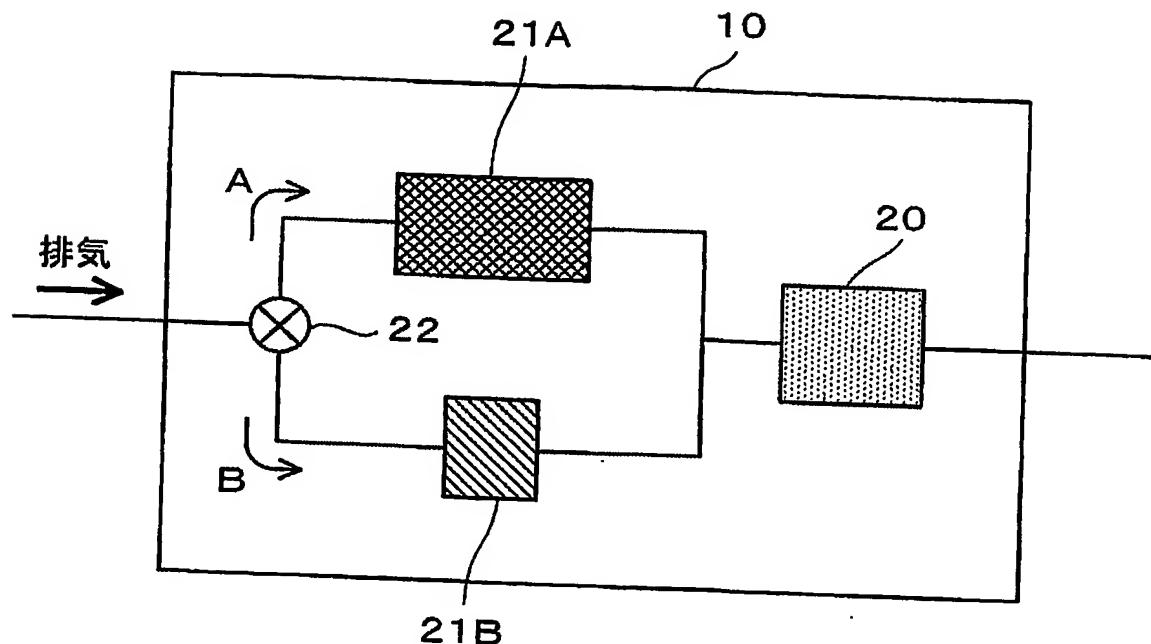
15 エンジンコントロールユニット（被毒回復制御手段、硫化水素濃度取得手段、硫化水素濃度制限手段、放出促進手段）

- 16 燃料噴射弁
- 20 SO_x濃度検出部
- 21A 酸化触媒
- 22 切替弁
- 23 酸素イオン伝導体
- 24 副電極
- 25 検知電極
- 26 参照電極
- 27 外部回路

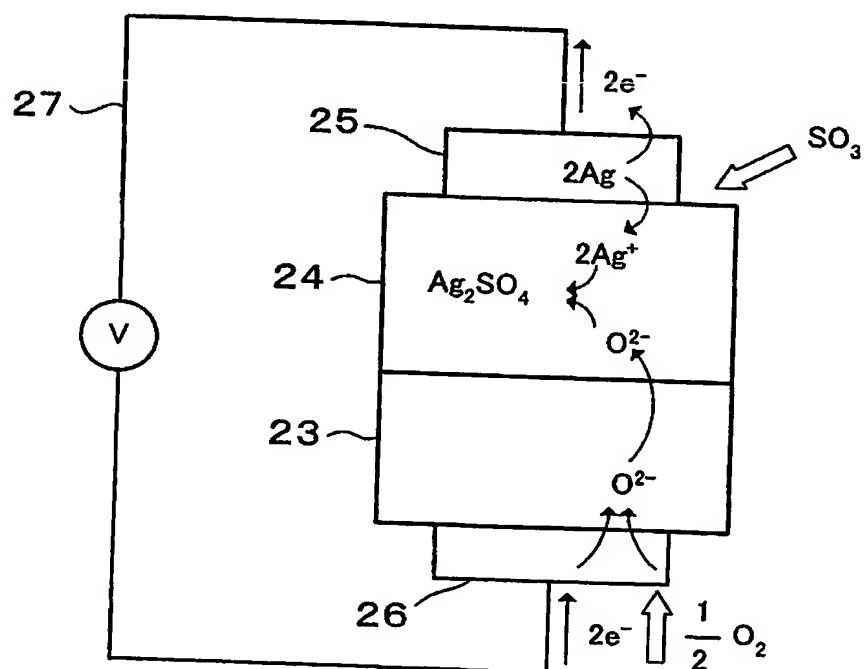
【書類名】 図面
【図1】



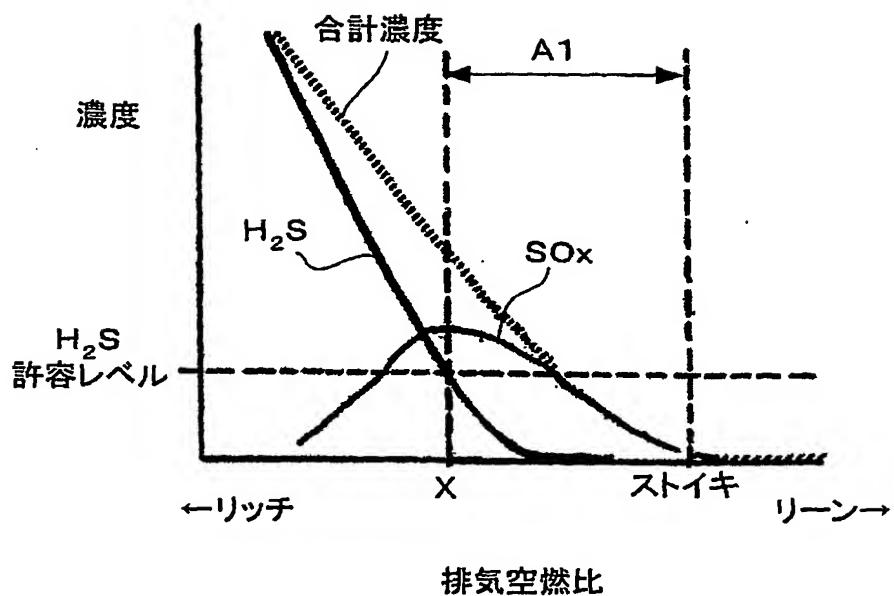
【図2】



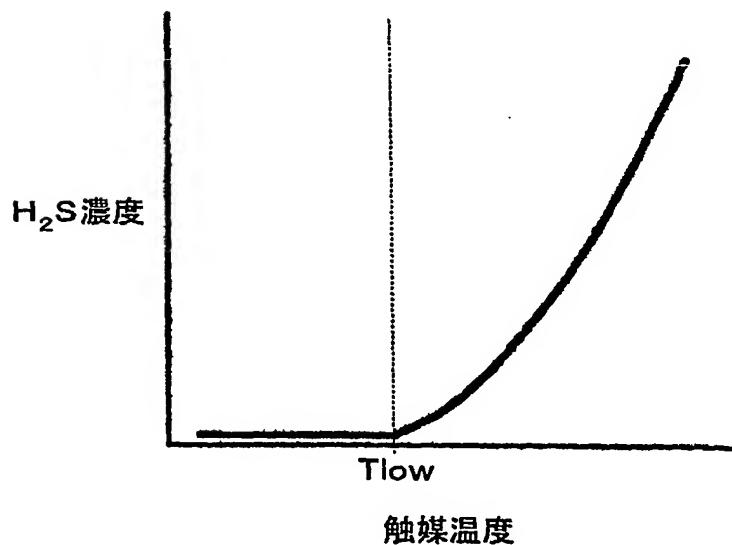
【図3】



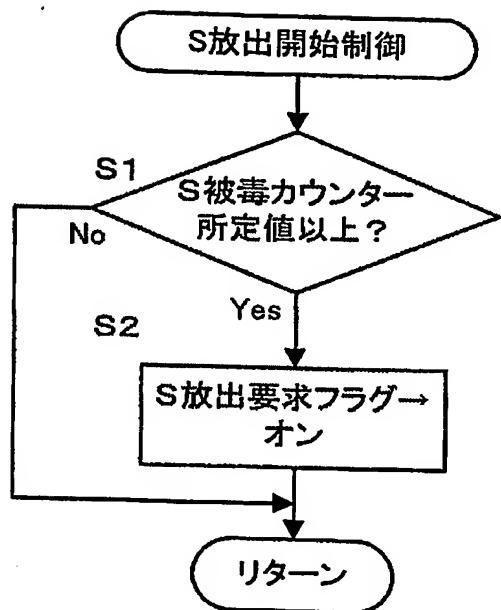
【図4】



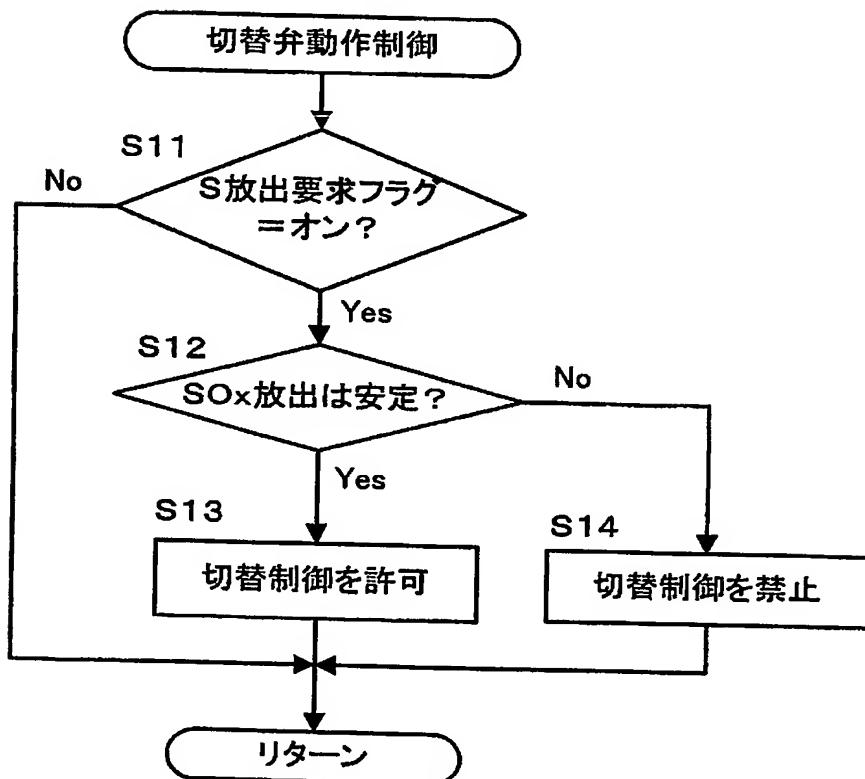
【図5】



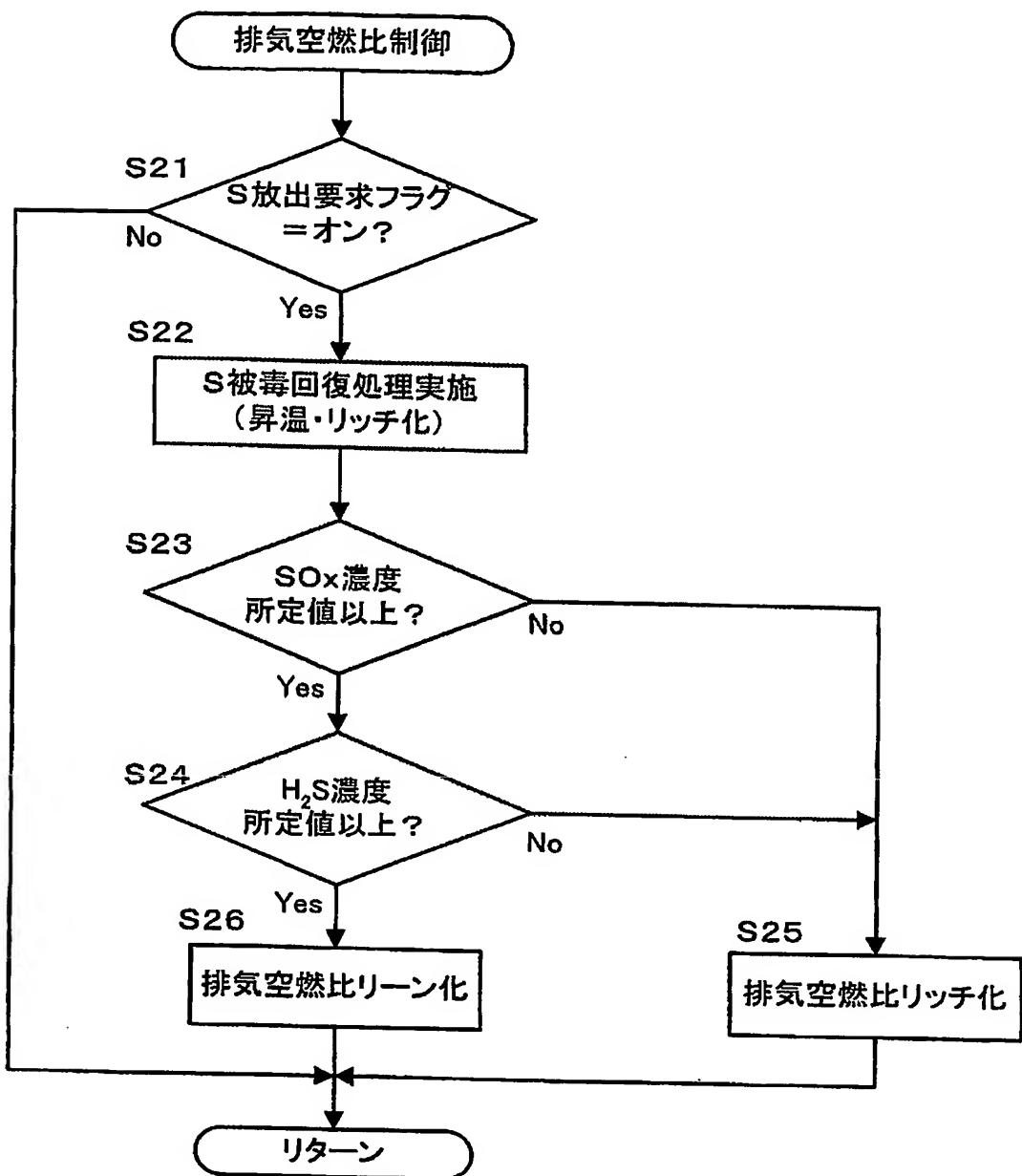
【図 6】



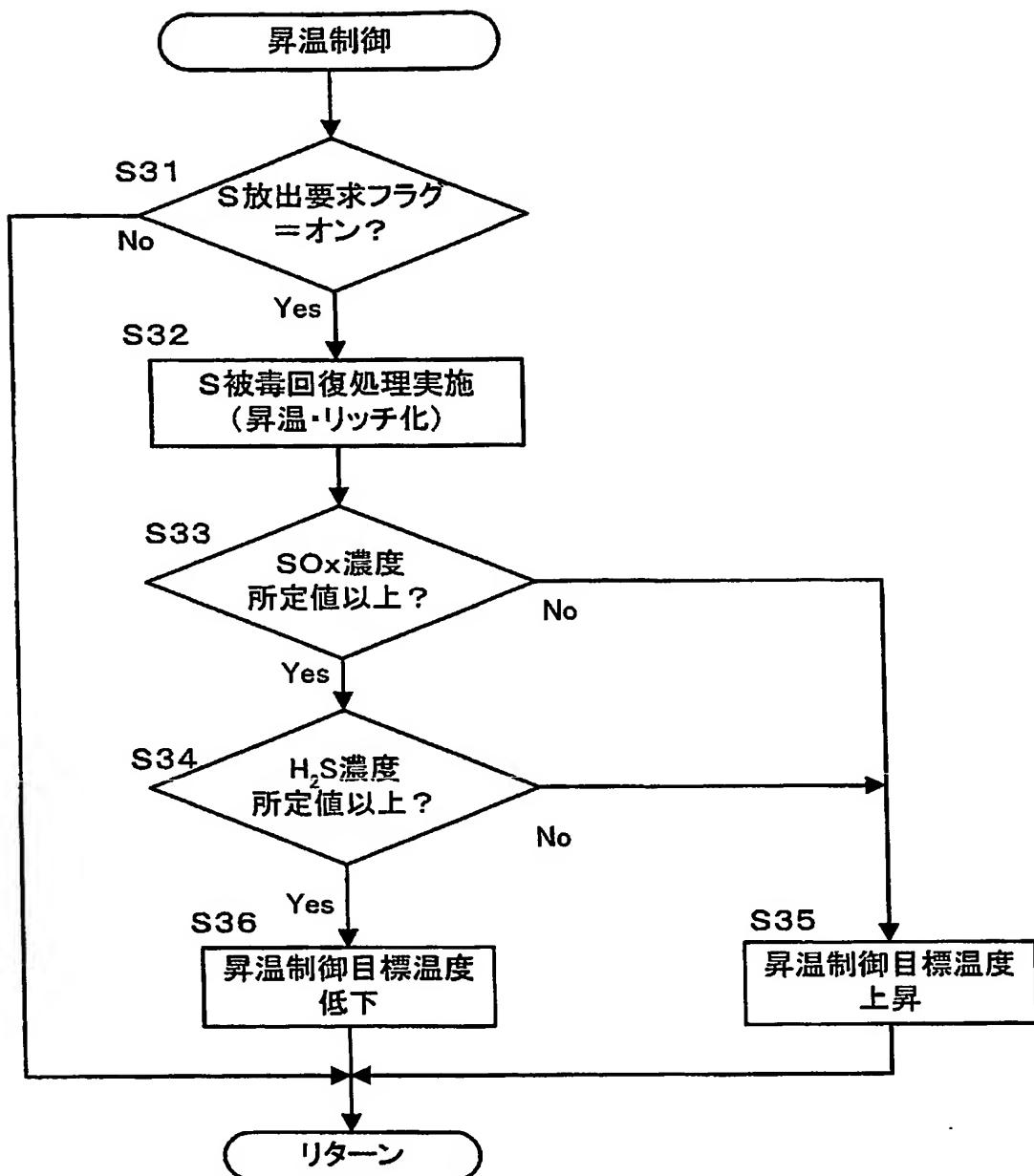
【図 7】



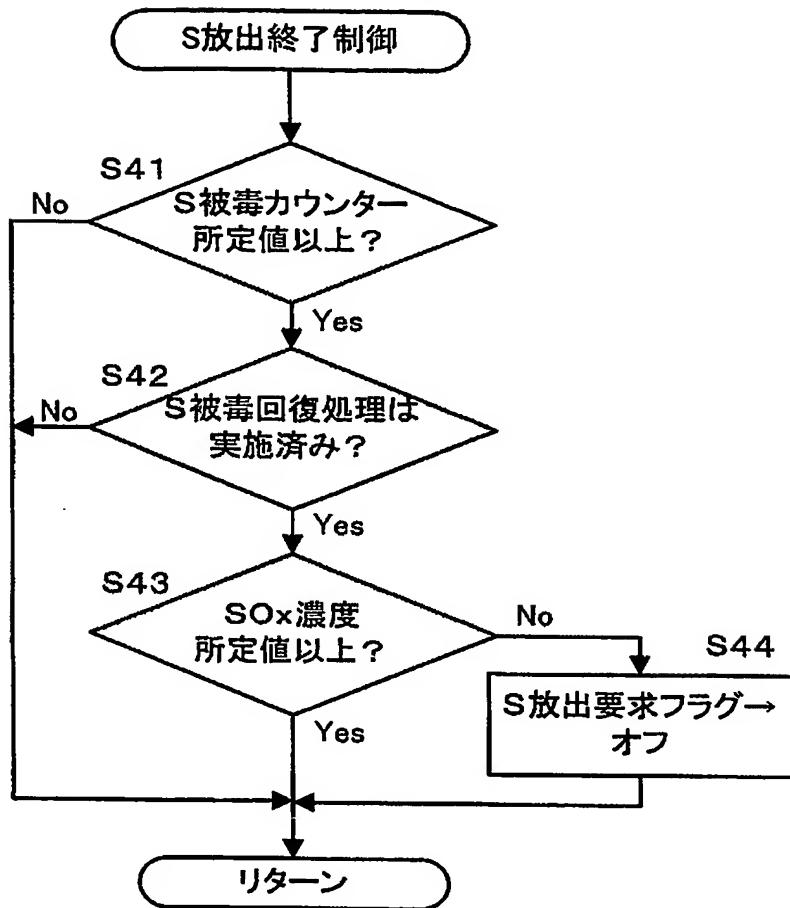
【図8】



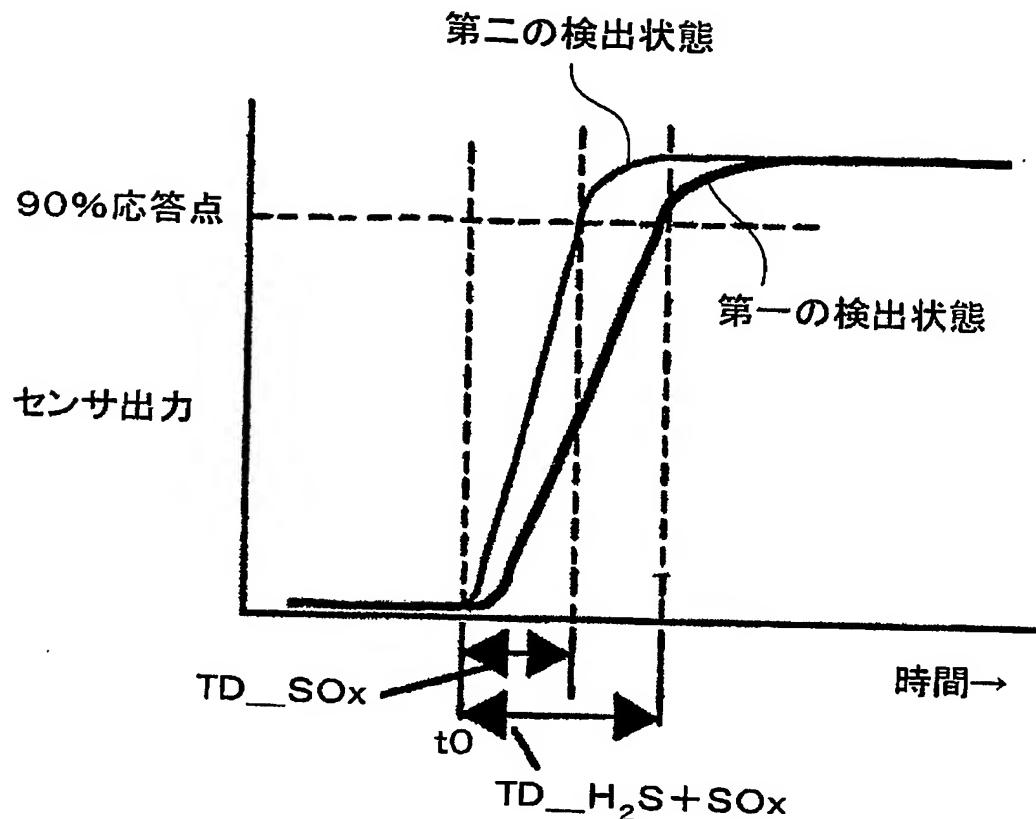
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 S被毒回復処理中のH₂Sの放出を精度良く取得してH₂Sの放出を確実に抑制するとともにSO_xの放出を確実に進めることができ可能な内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関1の排気通路4に設けられた吸蔵還元型のNO_x触媒8と、前記NO_x触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段10と、前記NO_x触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御するS被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段15と、を備え、前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記NO_x触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段15を備える。

【選択図】 図7

特願 2004-173065

ページ： 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1990年 8月27日

新規登録

愛知県豊田市トヨタ町1番地

トヨタ自動車株式会社